



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-098506

(43)Date of publication of application : 05.04.2002

(51)Int.Cl.

G01B 7/30
B62D 1/16
B62D 5/04
B62D 5/06
G01D 5/20
G01L 3/10

(21)Application number : 2000-288946

(22)Date of filing : 22.09.2000

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(72)Inventor : YAMAWAKI KOSUKE

ABE FUMIHIKO

KIN TOJI

TANAKA KENGO

HASEGAWA MASAHIRO

MATSUZAKI KAZUHIKO

TAKAMI TAKESHI

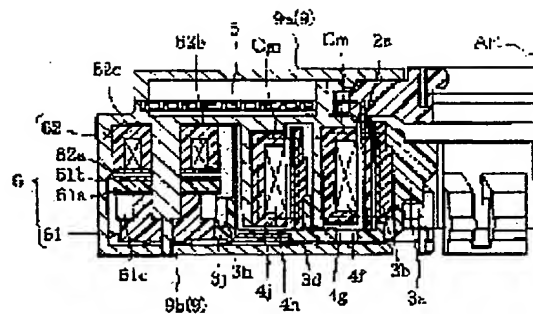
(54) ROTATION SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rotation sensor capable of identifying whether a position of rotation is in the right side or left side, measuring the angle and/or torque of rotation and even a rotational angle over 180 degrees.

SOLUTION: The rotation sensor 1 includes first and second rotors 2, 3, a stationary body 4 having a relative rotational angle coil 4f and a rotational angle coil 4h that detect the relative rotational angle and the rotational angle respectively in accordance with the relative rotation between the first and second rotors, and an oscillating means that is connected to the relative rotational angle coil and the rotational angle coil and generates an oscillating signal with specific frequency.

The second rotor 3 includes a drive section 3j. The stationary body 4 includes a gear member 61 being supported by the stationary body 4 so as to be freely rotated, being rotated by the drive section 3j along with the rotation of the second rotor, and having a third conductive body 61b, and a coil member 62 having a coil connected to the oscillating means. A displacement sensor 6 detecting the change of coil inductance between the third conductive body 61b and the coil member 62 in accordance with the rotation of the first and second rotors is employed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 15.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-98506

(P2002-98506A)

(43) 公開日 平成14年4月5日 (2002. 4. 5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 0 1 B 7/30	1 0 1	G 0 1 B 7/30	1 0 1 A 2 F 0 6 3
B 6 2 D 1/16		B 6 2 D 1/16	2 F 0 7 7
	5/04		3 D 0 3 0
	5/06		B 3 D 0 3 3
G 0 1 D 5/20		G 0 1 D 5/20	K

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-288946(P2000-288946)

(22) 出願日 平成12年9月22日 (2000. 9. 22)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 山脇 康介

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 安倍 文彦

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100090022

弁理士 長門 侃二 (外2名)

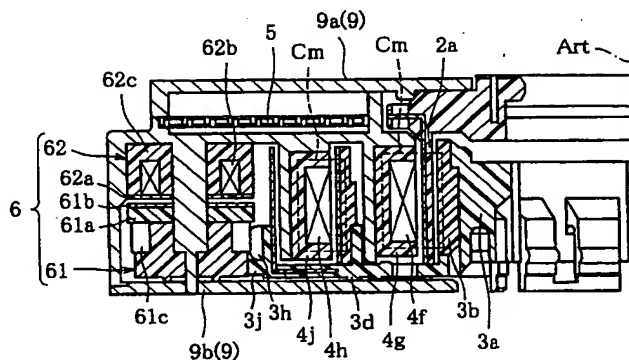
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転センサ

(57) 【要約】

【課題】 左右いずれの回転位置であるかを識別可能で、180度を超える回転角であっても測定でき、回転角及び／又は回転トルクの測定が可能な回転センサを提供する。

【解決手段】 第1及び第2のロータ2、3、第1及び第2のロータの相対回転に伴う相対回転角を検出する相対回転角コイル4f及び回転角を検出する回転角コイル4hを有する固定体4及び相対回転角コイル及び回転角コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサ1。第2のロータ3は、駆動部3jが設けられ、固定体4は、固定体4に回転自在に支持され、第2のロータの回転に伴って駆動部3jによって回転され、第3の導体61bを有するギア部材61と、発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材62とを備え、第1及び第2のロータの回転に基づく第3の導体61bとコイル部材62との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサ6が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁磁性材層と第 1 の導体とを有するロータ、

励磁コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記励磁コイルを保持するコアとを有する固定体及び前記励磁コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、
前記ロータは、駆動部が設けられ、
前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記ロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第 2 の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記ロータの回転に基づく前記第 2 の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられていることを特徴とする回転センサ。

【請求項 2】 絶縁磁性材層と第 1 の導体とを有するロータ、

前記ロータの相対回転角を検出する相対回転角コイル及び前記ロータの回転角を検出する回転角コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記相対回転角コイルと回転角コイルとを保持するコアとを有する固定体及び前記相対回転角コイル及び回転角コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、

前記ロータは、駆動部が設けられ、
前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記ロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第 2 の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記ロータの回転に基づく前記第 2 の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられていることを特徴とする回転センサ。

【請求項 3】 周方向に沿って所定間隔で配列される複数の第 1 の導体を有する第 1 のロータ、

絶縁磁性材層と第 2 の導体とを有し、前記第 1 のロータと一体に回転すると共に、前記第 1 のロータに対して所定の角度内を相対回転する第 2 のロータ、

励磁コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記励磁コイルを保持するコアとを有する固定体及び前記励磁コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、

前記第 2 のロータは、駆動部が設けられ、
前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記第 2 のロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第 3 の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記第 1 及び第 2 のロータの回転に基づく前記第 3 の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられていることを特徴とする回転センサ。

2

【請求項 4】 前記励磁コイルとして、前記第 1 及び第 2 のロータの相対回転に伴う相対回転角を検出する相対回転角コイルあるいは前記第 1 及び第 2 のロータの前記固定体に対する回転角を検出する回転角コイルの少なくとも一方を備える、請求項 1 の回転センサ。

【請求項 5】 前記相対回転角コイルからの出力信号を処理する第 1 の信号処理手段と前記相対回転角の測定手段あるいは前記回転角コイル及び変位センサからの出力信号を処理する第 2 の信号処理手段と回転角の測定手段とを備える、請求項 2 の回転センサ。

【請求項 6】 周方向に沿って所定間隔で配列される複数の第 1 の導体を有する第 1 のロータ、

絶縁磁性材層と第 2 の導体とを有し、前記第 1 のロータと一体に回転すると共に、前記第 1 のロータに対して所定の角度内を相対回転する第 2 のロータ、

前記第 1 及び第 2 のロータの相対回転に伴う相対回転角を検出する相対回転角コイル及び前記第 1 及び第 2 のロータの回転角を検出する回転角コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記相対回転角コイルと回転角コイルとを保持するコアとを有する固定体及び前記相対回転角コイル及び回転角コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、

前記第 2 のロータは、駆動部が設けられ、
前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記第 2 のロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第 3 の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記第 1 及び第 2 のロータの回転に基づく前記第 3 の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられていることを特徴とする回転センサ。

【請求項 7】 前記相対回転角コイルからの出力信号を処理する第 1 の信号処理手段と前記相対回転角の測定手段並びに前記回転角コイル及び変位センサからの出力信号を処理する第 2 の信号処理手段と回転角の測定手段とを備える、請求項 4 の回転センサ。

【請求項 8】 導体片と、前記発振手段と接続され、前記導体片と協働するコイルとを有し、一方が前記固定体に、他方が前記第 2 のロータに、それぞれ設けられ、前記第 2 のロータの回転に基づくコイルインダクタンスの変化を検出するピッチセンサが設けられている、請求項 1 乃至 5 いずれかの回転センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転センサに関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】絶縁磁性材層と導体とを有する回転体（ロータ）と、励磁コイルを有する固定体とを備え、相対回転する二本の回転

軸、例えば、トーションジョイントを介して二本の回転軸が連結された自動車のハンドルシャフトにおける回転角を検出する回転センサが知られている。

【0003】ところで、上記した従来の回転センサは、左右方向180度以内（1回転以内）の回転角を測定できるが、180度を越える回転角は測定できなかった。また、測定した回転角が左右いずれの方向の角度であるかについては測定できず、別途回転方向を測定する必要があった。この場合、回転センサは、用途によっては回転角ではなく回転トルクの測定が求められることもある。

【0004】本発明は上記の点に鑑みてなされたもので、左右いずれの回転位置であるかを識別可能で、180度を越える回転角であっても測定でき、回転角及び／又は回転トルクの測定が可能な回転センサを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明においては上記目的を達成するため、絶縁磁性材層と第1の導体とを有するロータ、励磁コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記励磁コイルを保持するコアとを有する固定体及び前記励磁コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、前記ロータは、駆動部が設けられ、前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記ロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第2の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記ロータの回転に基づく前記第2の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられている構成としたのである。

【0006】また、本発明においては上記目的を達成するため、絶縁磁性材層と第1の導体とを有するロータ、前記ロータの相対回転角を検出する相対回転角コイル及び前記ロータの回転角を検出する回転角コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記相対回転角コイルと回転角コイルとを保持するコアとを有する固定体及び前記相対回転角コイル及び回転角コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、前記ロータは、駆動部が設けられ、前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記ロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第2の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記ロータの回転に基づく前記第2の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられている構成としたのである。

【0007】更に、本発明においては上記目的を達成するため、周方向に沿って所定間隔で配列される複数の第1の導体を有する第1のロータ、絶縁磁性材層と第2の

導体とを有し、前記第1のロータと一体に回転すると共に、前記第1のロータに対して所定の角度内を相対回転する第2のロータ、励磁コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記励磁コイルを保持するコアとを有する固定体及び前記励磁コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、前記第2のロータは、駆動部が設けられ、前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記第2のロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第3の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記第1及び第2のロータの回転に基づく前記第3の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられている構成としたのである。

【0008】好ましくは、前記励磁コイルとして、前記第1及び第2のロータの相対回転に伴う相対回転角を検出する相対回転角コイルあるいは前記第1及び第2のロータの前記固定体に対する回転角を検出する回転角コイルの少なくとも一方を備える構成とする。また好ましくは、前記相対回転角コイルからの出力信号を処理する第1の信号処理手段と前記相対回転角の測定手段あるいは前記回転角コイル及び変位センサからの出力信号を処理する第2の信号処理手段と回転角の測定手段とを備える構成とする。

【0009】また、本発明においては上記目的を達成するため、周方向に沿って所定間隔で配列される複数の第1の導体を有する第1のロータ、絶縁磁性材層と第2の導体とを有し、前記第1のロータと一体に回転すると共に、前記第1のロータに対して所定の角度内を相対回転する第2のロータ、前記第1及び第2のロータの相対回転に伴う相対回転角を検出する相対回転角コイル及び前記第1及び第2のロータの回転角を検出する回転角コイルと、絶縁磁性材から成形され、前記相対回転角コイルと回転角コイルとを保持するコアとを有する固定体及び前記相対回転角コイル及び回転角コイルと接続され、特定周波数の発振信号を発振する発振手段を備えた回転センサにおいて、前記第2のロータは、駆動部が設けられ、前記固定体は、当該固定体に回転自在に支持され、前記第2のロータの回転に伴って前記駆動部によって回転され、第3の導体を有するギア部材と、前記発振手段と接続されたコイルを有するコイル部材とを備え、前記第1及び第2のロータの回転に基づく前記第3の導体と前記コイル部材との間のコイルインダクタンスの変化を検出する変位センサが設けられている構成としたのである。

【0010】好ましくは、前記相対回転角コイルからの出力信号を処理する第1の信号処理手段と前記相対回転角の測定手段並びに前記回転角コイル及び変位センサからの出力信号を処理する第2の信号処理手段と回転角の測定手段とを備える構成とする。また好ましくは、導体

片と、前記発振手段と接続され、前記導体片と協働するコイルとを有し、一方が前記固定体に、他方が前記第2のロータに、それぞれ設けられ、前記第2のロータの回転に基づくコイルインダクタンスの変化を検出するピッチセンサが設けられている構成とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の回転センサに係る一実施形態を図1乃至図13に基づいて詳細に説明する。回転センサ1は、図1乃至図4並びに図6に示すように、第1ロータ2、第2ロータ3、固定ケース4、変位センサ6、発振手段を構成する発振回路11、第1信号処理手段を構成する信号処理増幅回路15、相対回転角の測定手段を構成する相対回転角度測定部22、第2信号処理手段を構成する信号処理増幅回路16～18及び回転角の測定手段を構成する回転角度測定部23を備えている。回転センサ1は、回転軸、例えば、主動シャフトと従動シャフトがトーションバーを介して連結された自動車のステアリングシャフトにおける回転角と回転トルクを検出する。

【0012】ここで、第1ロータ2と第2ロータ3は、図1に示す回転軸Artに対して一体に回転すると共に、前記主動シャフトが前記従動シャフトに対して相対回転するのに対応して所定角度内を相対回転する。両ロータ2、3は、例えば、前記主動シャフトが前記従動シャフトに対して±8度の範囲内で相対回転するとき、同じく±8度の範囲内で相対回転する。

【0013】また、図2、3は、図1に示す回転センサ1をC1-C1線及びC2-C2線に沿って切断した断面図であるが、主要な部材の位置関係を明確にするため、見えない部材も描かれている。第1ロータ2は、成型性に優れた電気絶縁性の合成樹脂から筒状に成形され、上部に半径方向内方へ張り出すフランジを有する本体2aと、図1及び図2に示すように、本体2aの外周に設けられた複数、本実施形態では6枚の銅片2bとを有している。複数の銅片2bは、第1の導体で、本体2aの周方向に沿って中心角30度の間隔で回転軸Art方向に延出している。但し、銅片2bは、導体であれば、例えば、アルミニウム、銀等の素材を使用することができ、高周波磁界を遮蔽するうえで、第1ロータ2と固定ケース4との半径方向のギャップに基づく磁気抵抗を考慮すると、0.1～0.5mm程度の厚さが望ましい。更に、銅片2bは、理論上、中心角を小さくして配置間隔を小さくする程、前記導体としての数が多くなり、誘導されるトータル渦電流の変化量（導体の数に比例する）が大きくなって、相対回転角の検出感度が高くなるが、測定できる相対回転角範囲が小さくなる。

【0014】第2ロータ3は、成型性に優れた電気絶縁性の合成樹脂から成形され、図1及び図4に示すように、本体2aよりも小径に成形された筒状の本体3a、フランジ3d、第1支持部3e及び第2支持部3hを有

している。本体3aは、第1絶縁磁性材層3bの外周に銅板3cが複数の銅片2bと対応するピッチで設けられている。銅板3cは、後述する銅板3gと共に第2の導体となる。フランジ3dは、本体3aから水平方向へ延出し、半径方向中間に第1支持部3eが、外縁に第2支持部3hが、それぞれ筒状に形成されている。第1支持部3eは、第2絶縁磁性材層3fを支持する部分で、第2絶縁磁性材層3fの外周には、中心角180度の範囲で銅板3gが周方向に設けられている。第2支持部3hは、後述するピッチセンサ7の銅板7aを支持している。第2支持部3hは、図2、3、4に示すように、外周下部に半径方向外方へ突出する駆動突起3jが設けられている。

【0015】ここで、第1絶縁磁性材層3b及び第2絶縁磁性材層3fの素材は、ナイロン、ポリプロピレン（PP）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ABS樹脂等の電気絶縁性を有する熱可塑性合成樹脂に、Ni-ZnやMn-Zn系等のフェライトからなる軟磁性材粉を10～70体積%混合したものを使用する。固定ケース4は、交流磁界の遮蔽性を有するアルミニウム、銅、鉄等の金属によって形成される固定体で、図1及び図4に示すように、円筒状に成形される本体4aの上部に、半径方向内側へ延出する上フランジ4bが一体に形成され、第1支持部4d及び第2支持部4eを有している。上フランジ4bは、上面の内周側に周方向に周壁4cが形成され、後述する上カバー9aとの間に回路基板5が配置されている。また、上フランジ4bは、下面の半径の異なる同心円上の位置に第1支持部4d及び第2支持部4eが形成されている。第1支持部4dは、図1及び図4に示すように、第2ロータ3の第1支持部3eよりも僅かに半径が小さく、内周には回転トルク検出用の励磁コイルである相対回転角コイル4fを保持したコア4gが設けられている。一方、第2支持部4eは、図示のように、第2ロータ3の第2支持部3hよりも半径が小さく、内周には回転トルク検出用の励磁コイルである回転角コイル4hを保持したコア4jが設けられている。回転角コイル4h及びコア4jは、内周面に中心角180度の範囲で銅板4kが周方向に設けられている。コア4g、4jは、第1絶縁磁性材層3b及び第2絶縁磁性材層3fと同じ素材が使用されている。

【0016】ここで、相対回転角コイル4f及び回転角コイル4hは、後述する変位センサ6の信号コイル62b及びピッチセンサ7のコイル7cと共に、固定ケース4から外部へ延出させた電線（図示せず）によって発振回路11及び分周回路12と接続され、発振回路11及び分周回路12から交流電流が流されている。本実施形態では、各コイルが同じ発振回路11及び分周回路12と接続され、同じ信号周波数を使用しているが、異なる信号周波数を使用することも可能である。即ち、各コイルは、それぞれ信号周波数の異なる発振回路11及び分

周回路12と接続してもよい。これにより、回転センサ1においては、コア4gと第1絶縁磁性材層3b並びにコア4jと第2絶縁磁性材層3fとの間に磁気回路Cm(図4参照)が形成される。

【0017】また、回路基板5は、図1、4には示していないが、以下に詳述する発振回路11、相対回転角コイル4fからの出力信号を処理する第1信号処理手段、相対回転角の測定手段、回転角コイル4h及び変位センサ6からの出力信号を処理する第2信号処理手段、回転角の測定手段及びコントローラが配置されると共に、これらに関する電気回路が形成されている。

【0018】一方、固定ケース4は、図1及び図4に示すように、上部と下部にそれぞれ上カバー9aと下カバー9bを有するカバー9が取り付けられる。変位センサ6は、第1及び第2ロータ2、3の回転に基づく後述する銅板61bとコイル部材62の信号コイル62bとの間のコイルインダクタンスの変化を検出するセンサで、図2乃至図4に示すように、間欠ギア61とコイル部材62とを備えている。

【0019】間欠ギア61は、図2乃至図4に示すように、上面に円盤状のコア61aが設けられている。コア61aは、コイル部材62側の上面に銅板62aと対向する半円形の銅板61bが取り付けられている。間欠ギア61は、外周部に中心角45度間隔で歯を軸に対して放射状に突出させて設けたギア部61cが形成されている。間欠ギア61は、ギア部61cが第2ロータ3に設けられた駆動突起3jと間欠的に噛み合い、両ロータ2、3が1回転する毎に中心角45度ずつ回転する。

【0020】コイル部材62は、半円形の銅板62aと信号コイル62bを有し、信号コイル62bは第1絶縁磁性材層3bと同じ素材からなるコア62cに保持されている。一方、銅板62aは、信号コイル62bの下側を覆っている。信号コイル62bは、図示していないが、図6に示す発振手段および第2信号処理手段と接続され、前記発振手段から流れる一定周波数の交流電流によりコイル部材62とコア61aとによって構成される磁気回路に交流磁界が形成される。

【0021】また、ピッチセンサ7は、第1及び第2ロータ2、3が基準位置から左方向180°内あるいは右方向180°内のどちらの回転位置にあるかを検出する。ピッチセンサ7は、一方が固定ケース4に、他方が第2ロータ3に、それぞれ設けられている。即ち、ピッチセンサ7は、図1乃至図3に示すように、第2ロータ3の第2支持部3h内側に周方向へ半円の範囲に設けられる銅板7aと、固定ケース4に設けられるコア7b、コイル7c及び銅板7dとを有している。銅板7dは、図5に示すようにスリット7eが形成されている。ここで、ピッチセンサ7は、実用上所定の精度を確保するうえで、コイル7cの直径をD、スリット7eの幅をWsとしたとき、幅Wsの対直径比(=Ws/D)を以下の範囲に設

定する。

$$1/50 \leq Ws/D \leq 1/3$$

【0022】好ましくは、対直径比(=Ws/D)は1/10以上とする。次に、図6乃至図12を用いて回転センサ1による相対回転角度及び回転角度測定を説明する。図6は、回転センサ1に係る回転角度測定装置(以下、単に「測定装置」という)10の一例を示すブロック図である。

【0023】図6において、測定装置10は、発振信号を発振する発振回路11と、発振信号を分周して特定周波数のパルス信号を出力する分周回路12と、上述した複数の銅片2b、第1絶縁磁性材層3b、銅板3c、相対回転角コイル4f及びコア4gを有するトルクセンサ13と、上述した第2絶縁磁性材層3f、銅板3g、回転角コイル4h、コア4j及び銅箔4kを有する回転角センサ14と、変位センサ6と、ピッチセンサ7と、トルクセンサ13からの信号を処理する信号処理増幅回路15と、回転角センサ14、変位センサ6及びピッチセンサ7からの信号をそれぞれ処理する信号処理増幅回路16～18と、信号処理増幅回路15～17からの信号をそれぞれアナログ/デジタル変換するA/Dコンバータ19～21と、A/Dコンバータ19からのデジタル信号に基づいて相対回転角度を測定する相対回転角度測定部22と、信号処理増幅回路18及びA/Dコンバータ20、21からのデジタル信号に基づいて回転角度を測定する回転角度測定部23とを有している。

【0024】以上のように構成される回転センサ1は、例えば、主動シャフトと従動シャフトがトーションバーを介して連結された自動車のステアリングシャフトにおける回転角、回転数及び回転トルクを検出するときに、以下のようにして使用される。即ち、回転センサ1は、ステアリングシャフトの回転に伴って第1ロータ2が第2ロータ3と共に回転すると、間欠ギア61が第2ロータ3の駆動突起3jによって1回転毎に1ピッチ回転させられる。

【0025】このとき、測定装置10において、発振回路11は、分周回路12を介して特定周波数のパルス信号を各センサ6、7、13、14に出力している。相対回転角コイル4fには、交流電流が流され、第2ロータの第1絶縁磁性材層3bと協働して磁気回路を形成している。トルクセンサ13は、ロータに発生する渦電流の大きさに応じて変化するコイルのインダクタンスを検出する。第1信号処理手段は、相対回転角コイル4fに接続された分周回路12から入力するパルス信号の位相シフト量を検出する。

【0026】信号処理増幅回路15は、相対回転角コイル4fのインダクタンスの変化量を検出し、それに対応する電圧値の信号に処理し、前記信号をA/Dコンバータ19を介して相対回転角度測定部22に出力する。相対回転角度測定部22は、例えば図6に示すように、変

換された信号の電圧値0.5V～4.5Vに基づき、2つのロータの相対回転角度を $-8^{\circ} \sim +8^{\circ}$ の範囲で測定する。

【0027】回転角コイル4hには、交流電流が流れ、第2ロータ3の第2絶縁磁性材層3fと協働して磁気回路を形成している。回転角センサ14は、信号処理増幅回路16と共に、ロータに発生する渦電流の大きさに応じて、回転角コイル4hに接続された分周回路12から入力するパルス信号の位相シフト量を検出する。つまり、回転角センサ14は、回転角コイル4h両端のパルス信号の位相ずれ量を検出しており、回転時に第2絶縁磁性材層3fの銅板3gとコア4jの銅板4kとの円周方向の重なり代が変化し、これに伴う回転角コイル4hとコア4j間の磁束の変化により、図7(a)に示すように左右 180° 内の回転角(S1)を検出している。

【0028】ここで、図7において、(b)はピッチセンサ7の出力(S2)、(c)は(a)と(b)の出力を組み合わせて得られるロータ2、3の回転角度に関する情報であるファイン出力で、下部に記載したように、角度が $0 \sim 360^{\circ}$ の範囲で繰り返されていることに注意されたい。また、(d)は変位センサ6の出力(S3)、(e)は回転角度測定部23の出力、をそれぞれ示している。

【0029】処理増幅回路16は、検出された位相シフト量を対応する電圧値の信号に処理し、前記信号をA/Dコンバータ20を介して回転角度測定部23に出力する。また、回転センサ1においては、間欠ギア61は、第2ロータ3が1回転する毎に駆動突起3jがギア部61cと噛み合っ中心角45度ずつ間欠的に回転する。これに伴い、第2ロータ3が1回転する毎に、銅板61bが中心角45度ずつ回転し、半円形の銅板62a、61bの重なる部分が、図8(a)～図8(e)に示すように、中心角45度ずつ変化する。ここにおいて、図8(a)～図8(e)は、第2ロータ3の回転を基準として、図8(a)が左方向へ2回転($N=-2$)、図8(b)が左方向へ1回転($N=-1$)、図8(c)が左右方向へ回転していない場合($N=0$)、図8(d)が右方向へ1回転($N=+1$)、図8(e)が右方向へ2回転($N=+2$)、をそれぞれ示している。

【0030】更に、信号コイル62bは、図示していないが、図6に示す発振手段および第2信号処理手段と接続され、前記発振手段から流れる一定周波数の交流電流によりコイル部材62とコア61aとによって構成される磁気回路に交流磁界が形成される。これにより、回転センサ1は、固定コア62と間欠ギア61とに対向して設けられた半円形の銅板62aと銅板61bとが交流磁界を横切ることによって、渦電流が生ずる。

【0031】このとき、発生する渦電流の量は、銅板62aと銅板61bとの重なる面積が少ない程大きな

る。この渦電流量の変動により、回転センサ1においては、信号コイル62bのインピーダンスが変動する。従って、回転センサ1は、間欠ギア61のギア部61cと第2ロータ3の駆動突起3jとが噛み合っ回転するときは、コイル62bのインピーダンスは大きく変動し、ギア部61cと駆動突起3jが噛み合わず、間欠ギア61が回転しないときは、コイル62bのインピーダンスは変化しない。

【0032】このように、回転センサ1においては、コイル62bのインピーダンスが第2ロータ3が1回転する毎に間欠的に変動する。これにより、上記第2信号処理手段の出力レベルは、コイル62bのインピーダンスの間欠変動量によって変動する。図9は、そのときの出力信号レベル(V)を左右方向の回転角度に対して示したものである。

【0033】信号処理増幅回路17は、銅板61bの位置変化によって検出される信号コイル62bのコイルインダクタンスの変化量を対応する電圧値の信号に処理して変換し、前記信号をA/Dコンバータ21を介して回転角度測定部23に出力する。ピッチセンサ7は、銅板7aとスリット7eとの相対位置関係(重なっているかいないかの関係)によるコイル7cとコア7b間の磁束の変化により、図7(b)に示すような“1”又は“0”のデジタル信号を 180° 毎に出力する。

【0034】信号処理増幅回路18は、検出された相対位置関係の変化量を対応する電圧値のデジタル信号に処理し、前記信号を回転角度測定部23に出力する。回転角度測定部23は、変位センサ6、ピッチセンサ7及び回転角センサ14から入力する信号の組み合わせによって、例えば主動シャフトと従動シャフトがトーションバーを介して連結された自動車のステアリングシャフトにおける回転角度を測定する。すなわち、本実施形態の回転角度測定部23では、上述した回転角センサ14とピッチセンサ7の出力の関係によって、 $-180^{\circ} \sim 0^{\circ}$ と $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ のいずれの範囲内の変化であることを認識でき、さらにその時の変位センサ6の出力との関係によって実際の回転角度が測定される。図7(c)は、ピッチセンサ7及び回転角センサ14から得られる信号の関係をを用いて、回転角度 $0 \sim 360^{\circ}$ の波形を繰り返して表わしたファイン出力で、この図に基づいて前記ステアリングシャフトの1回転毎の回転角度を高分解能の下に測定することができる。図7(e)は、変位センサ6、ピッチセンサ7及び回転角センサ14からの信号の関係を、有限の回転角度 $-900^{\circ} \sim 900^{\circ}$ の範囲内で表した波形であり、これによって回転角度を測定する。

【0035】このとき、回転角センサ14の出力(S1)は、図7(a)に示したように、回転数が0回から1回に跨り(図7(b)参照)、回転角度が図7(e)に示す $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の場合と $180^{\circ} \sim 360^{\circ}$ の場合とを比較すると、 180° を対称の軸として左右対称

で、出力値が同一となる。これは他の角度範囲であっても同様である。このため、図 7 (a) に示す回転角センサ 14 の出力のみでは、1 回転毎の回転角度 ($0 \sim 360^\circ$) 及び回転数を測定することができない。

【0036】そこで、本実施形態の回転センサ 1 では、回路基板 5 に配置した前記コントローラが、回転角センサ 14 の出力 (S1) の他に、ピッチセンサ 7 からの出力 (S2) を以下のように利用してロータ 2, 3 の回転数を判定する。即ち、前記コントローラは、例えば $0^\circ \sim 360^\circ$ の範囲において、図 11 に示すように、回転角センサ 14 の出力 (S1) を読み出し (ステップ S100)、変数 S1 として記憶する (ステップ S102)。

【0037】次に、前記コントローラは、ピッチセンサ 7 の出力 (S2) を読み出し (ステップ S104)、変数 S2 として記憶する (ステップ S106)。次いで、コントローラは、読み出した出力値 S2 が $S2=1$ か否かを判定する (ステップ S108)。この判定結果が肯定 (Yes) ならば、図 7 (c) から決まるファイン出力 Sfine は $Sfine=S1$ (ステップ S110)、否定 (No) ならば、同じくファイン出力 Sfine は $Sfine=360-S1$ となる (ステップ S112)。従って、コントローラは、この判定結果を変数 Sfine に記憶し、ファイン出力 Sfine として出力する (ステップ S114)。

【0038】一方、変位センサ 6 の出力 (S3) は、図 7 (d) に示すように、出力が一定の平坦な区間 (間欠ギア 61 が第 2 ロータ 3 の駆動突起 3j と噛み合わずに回転しない区間) と、隣接する出力値へ変化する斜めの区間 (間欠ギア 61 が第 2 ロータ 3 の駆動突起 3j と噛み合っ

て回転する区間) とがある。このとき、変位センサ 6 の出力 (S3) が変化する斜めの区間は、図 7 (b) に示すように、回転数が変化する区間で、この区間内には回転数 $=N$ (回転数の小さい側) と回転数 $=N+1$ (回転数の大きい側) の双方の場合が存在し、回転数の判断が難しい区間である。また、変位センサ 6 の出力 (S3) が一定の平坦な区間であっても、各出力信号のレベルはある誤差範囲を有している。例えば、図 7 (d) に示す例では誤差範囲は $\pm 0.06V$ である。

【0039】このため、本発明の回転センサ 1 においては、前記コントローラが、回転角センサ 14 の出力 (S1) とピッチセンサ 7 の出力 (S2) とを利用し、変位センサ 6 の出力 (S3) に基づいて以下のようにして回転数を正確に判定する。先ず、コントローラは、図 12 に示すように、変位センサ 6 の出力 (S3) を読み出し (ステップ S116)、変数 S3 として記憶する (ステップ S118)。

【0040】次に、コントローラは、図 7 (c) に基づいてファイン出力 Sfine をチェックする。このチェックは、ファイン出力 Sfine の値が、 45° よりも小さいか否か ($Sfine \leq 45^\circ$)、 315° よりも大きい

pp S120)。このとき、 $45^\circ \sim 315^\circ$ の角度範囲は、図 7 (d) において回転数が変化しない区間よりやや大きめに設定した図 7 (c) における角度である。

【0041】この結果、ファイン出力 Sfine の値が 45° から 315° の範囲にあり ($45^\circ < Sfine < 315^\circ$)、判定結果が否定 (No) の場合、図 7 (c) に示すように、ロータ 2, 3 の回転角度は図 7 (d) に示す変位センサ 6 の出力 (S3) が一定の平坦な区間に存在する。従って、コントローラは、予め設定した表 1 に基づいて回転数 N を決定する (ステップ S122)。

【0042】ここで、表 1 において、出力 (S3) の値が各回転数 N の境界で連続せずに不連続な値としたのは、図 7 (d) の回転数が変化する区間を除外するためである。

【0043】

【表 1】

出力 (S3)	回転数 N
$S3 \leq 2.1V$	-2
$2.2V \leq S3 \leq 2.4V$	-1
$2.5V \leq S3 \leq 2.7V$	0
$2.8V \leq S3 \leq 3.0V$	+1
$3.1V \leq S3$	+2

【0044】一方、図 7 (c) におけるファイン出力 Sfine の値が 45° 以下か、 315° 以上の範囲にあり ($Sfine \leq 45^\circ$, $Sfine \geq 315^\circ$)、判定結果が肯定 (Yes) の場合、ロータ 2, 3 の回転角度は図 7 (d) に示す変位センサ 6 の出力 (S3) が変化する斜めの区間にある。このため、コントローラは、ピッチセンサ 7 の出力 (S2) を利用し、その出力 (S2) が 1 か否かを判定する (ステップ S128)。ここで、変位センサ 6 の出力 (S3) が変化する斜めの区間が、例えば、図 7 (e) に示す角度で見たときに -540° に相当する斜めの区間の場合について説明する。

【0045】この判定結果が否定 (No) の場合、出力が $S2=0$ の場合であるから、ロータ 2, 3 の回転角度は、図 7 (e) の -540° の角度を挟んで左側の、図 7 (b) に示す回転数が -2 側の小さい側に存在する。従って、コントローラは、予め設定した表 2 に基づいて回転数 N を決定する (ステップ S126)。

【0046】

【表 2】

出力 (S3)	回転数 N
$S3 \leq 2.2V$	-2
$2.2V < S3 \leq 2.5V$	-1
$2.5V < S3 \leq 2.8V$	0
$2.8V < S3 \leq 3.1V$	+1
$3.1V < S3$	+2

【0047】ステップ S128 における判定結果が肯定 (Yes) の場合、出力が $S2=1$ の場合であるから、ロータ 2, 3 の回転角度は、図 7 (e) の -540° の

角度を挟んで右側の、図 7 (b) に示す回転数が -1 側の大きい側に存在する。従って、コントローラは、予め設定した表 3 に基づいて回転数 N を決定する (ステップ S128)。

【0048】

【表 3】

出力 (S3)	回転数 N
$S3 \leq 2.1V$	-2
$2.1V < S3 \leq 2.4V$	-1
$2.4V < S3 \leq 2.7V$	0
$2.7V < S3 \leq 3.0V$	+1
$3.0V < S3$	+2

【0049】 従って、コントローラは、決定した回転数を記憶しておく (ステップ S130)。回転センサ 1 のコントローラにおいては、以下同様の作業が繰り返されてロータ 2, 3 の回転数が記憶される。ここで、表 1 は変位センサ 6 の出力 (S3) の最大値と最小値を中間値 $\pm 0.1V$ 、表 2 は同じく中間値 $+0.2$ 、中間値 -0.1 、表 3 は同じく中間値 $+0.1$ 、中間値 -0.2 、にそれぞれ設定した。

【0050】 このように、本実施形態の回転センサ 1 は、トルクセンサ 13 で検出されるパルス信号の位相シフト量から主動シャフトと従動シャフトに作用する回転トルクを求めることができる。また、回転センサ 1 は、変位センサ 6、ピッチセンサ 7 及び回転角センサ 14 の出力の関係から、これらシャフトにおける回転角度を正確に測定することができる。

【0051】 ところで、実際に回転センサ 1 に各センサを取り付ける際に、ピッチセンサ 7 の信号の切り替え位置と、回転角センサ 14 の出力 (角度信号) が例えば 0° 、 180° 、 360° 、……になる位置とをできるだけ一致させるが、現実には取り付け精度の差によって若干誤差が生じてしまう。すなわち、回転角センサ 14 とピッチセンサ 7 の出力波形を示す図 10 のように、例えば、ピッチセンサ 7 の “0” から “1” の切り替え位置と、回転角センサの 180° の位置間に、 ε というずれがある場合、 180° までは、正確に実際の回転角度を出力できるが、 180° から $180^\circ + \varepsilon$ までは、 $180^\circ - (S - 180^\circ)$ となる。ここで、S は、角度信号に基づいて求める回転角度 S である。

【0052】 つまり、実際の角度信号は 180° を超えているのに 180° より小さい角度信号が逆に出力され、 $180^\circ + \varepsilon$ を過ぎると、実際の角度信号が出力されて回転角度が 180° 近辺で検出できない角度が存在し、測定範囲の連続性が損なわれるという問題点があった。このとき、前記ずれ ε が小さいほど取り付け精度は上がる。しかし、ピッチセンサ 7 の取り付けを高精度にすると、回転センサ 1 の製作コストが高くなってしま

う。

【0053】 そこで、本実施形態の信号処理増幅回路 1

6 では、回転角センサ 14 からの信号を取り込むと、前記信号に基づいて求める回転角度 S が、例えば $179.5^\circ \leq S \leq 180.5^\circ$ の範囲かどうか判断し、前記範囲内ならば求める回転角度を 180° として、対応する電圧値の信号を出力し、また前記範囲外ならばピッチセンサ 7 からの信号を取り込み前記信号が “1” かどうか判断し、“1” ならば $(360 - S)$ の回転角度に対応する電圧値の信号を出力し、“1” でなければ回転角度 S に対応する電圧値の信号を出力するようにする。な

10 お、上記信号処理は、回転角センサが出力する三角波形からなる角度信号の上限点及び下限点として示される回転角度である -720° 、 -540° 、 -360° 、 -180° 、 0° 、 180° 、 360° 、 540° 、 720° 付近において同様に行う。

【0054】 これにより、本実施形態の回転センサ 1 では、前記三角波形の上限点及び下限点の回転角度近辺でのピッチセンサ 7 の信号の切り替え位置と、回転角センサ 14 の信号の位置が一致し、取り付け精度が向上し、連続性のある回転角度検出が可能となる。以上のように、

20 に、本実施形態の回転センサ 1 は、第 1 及び第 2 ロータ 2, 3 の回転によるコイルのインピーダンスの変動を検出するために、位相シフト量を検出する場合に基づいて説明した。しかし、本発明の回転センサは、信号周波数や信号振幅の変動を検出することで回転によるコイルのインピーダンスの変動を検出してもよい。

【0055】 また、本発明の回転センサは、少なくともギア部材とコイル部材とを備えた変位センサ 6 が固定ケース 4 に設けられ、第 2 ロータ 3 に駆動突起 3j が設けられていればよい。このため、本発明の回転センサは、第 1 ロータ 2 はなくてもよい。なお、本発明の回転センサは、前記実施形態の回転センサ 1 に限定されるものではなく、種々の変形実施形態が可能である。例えば、前記実施形態の回転センサ 1 においては、ロータ 2, 3 の相対回転角に基づいて回転トルクを検出すると共に、ロータ 2, 3 の固定ケース 4 に対する回転角及び回転数を高精度に求めたが、実用上の検出精度に問題がなければ、図 13 の回転センサの回転角度測定装置 10 の一例を示す回路図に示すように、ピッチセンサ 7 を省略してもよい。

40 【0056】 この場合には、それほど高くない検出精度において、予め回転角度 (回転数) に対応する変位センサ 6 の出力信号を設定しておき、この関係によって簡易的に回転数を検出することが可能となる。また、回転センサ 1 は、所望に応じて一方を省略し、回転トルクあるいは回転角のいずれか一方を検出する構成としてもよい。

【0057】 また、上記実用上の検出精度を問題にしないのであれば、回転角センサを省いて、変位センサと少なくとも 1 つピッチセンサの出力の組み合わせによって 50 も回転角度 (回転数) を検出することが可能である。一

15

方、回転センサ 1 は、所望に応じて一方を所略し、回転トルクあるいは回転角のいずれか一方を検出する構成としてもよい。

【0058】更に、本発明の回転センサは、上記実施形態で説明した自動車のステアリングシャフトの他、例えば、ロボットアームのように、互いに回転する回転軸間の相対回転角度、回転角度、回転トルクを求めるものであれば、どのようなものにも使用できる。

【0059】

【発明の効果】請求項 1 乃至 8 の発明によれば、左右いずれの回転位置であるかを識別可能で、180 度を超える回転角であっても測定でき、回転角及び／又は回転トルクの測定が可能な回転センサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の回転センサの断面正面図である。

【図 2】図 1 の回転センサを C1-C1 線に沿って切断した矢視図である。

【図 3】図 1 の回転センサを C2-C2 線に沿って切断した矢視図である。

【図 4】図 1 の回転センサの左半断面図である。

【図 5】ピッチセンサと銅箔との配置を、他の構成部材を省略して示す断面正面図である。

【図 6】回転センサにおける回転角度測定装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図 7】図 6 に示した各センサと回転角度測定部での出力波形を示す波形図である。

【図 8】間欠ギアが回転した際における固定コアと間欠ギアの双方の銅板の重なり状態の変化を回転数毎に示した模式図である。

16

【図 9】間欠ギアと組み合わせたコイルの出力波形図である。

【図 10】回転角センサとピッチセンサの出力の関係を示す部分波形図である。

【図 11】回転数の判定について説明する第 1 のフローチャートである。

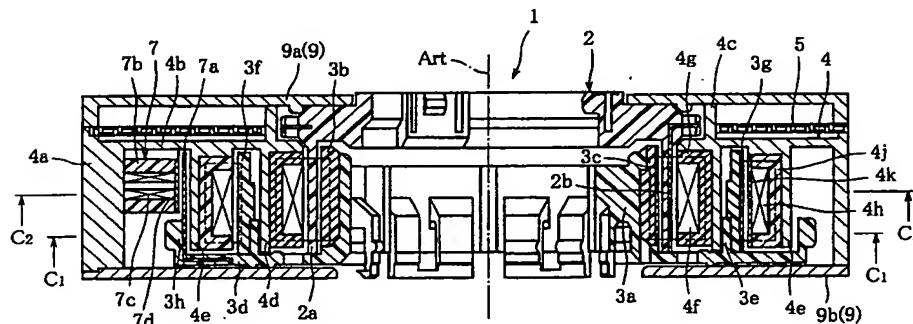
【図 12】回転数の判定について説明する第 2 のフローチャートである。

【図 13】回転センサにおける回転角度測定装置の構成の他の例を示すブロック図である。

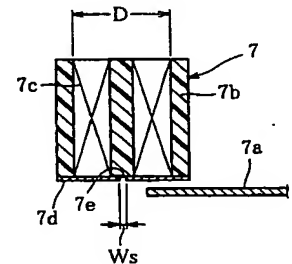
【符号の説明】

1	回転センサ
2	第 1 ロータ
3	第 2 ロータ
4	固定ケース
5	回路基板
6	変位センサ
7	ピッチセンサ
10	測定装置
11	発振回路
12	分周回路
13	トルクセンサ
14	回転角センサ
15~18	信号処理増幅回路
19~21	A/D コンバータ
22	相対回転角度測定部
23	回転角度測定部
61	間欠ギア
62	コイル部材

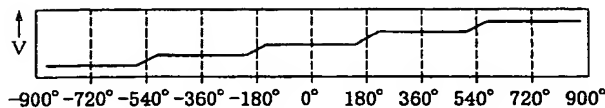
【図 1】



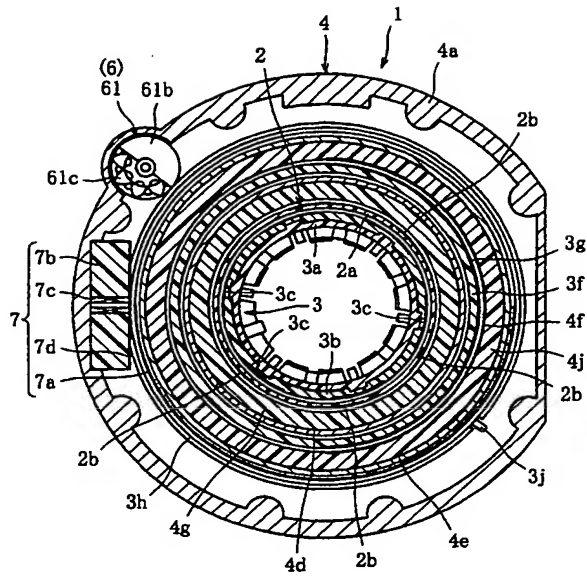
【図 5】



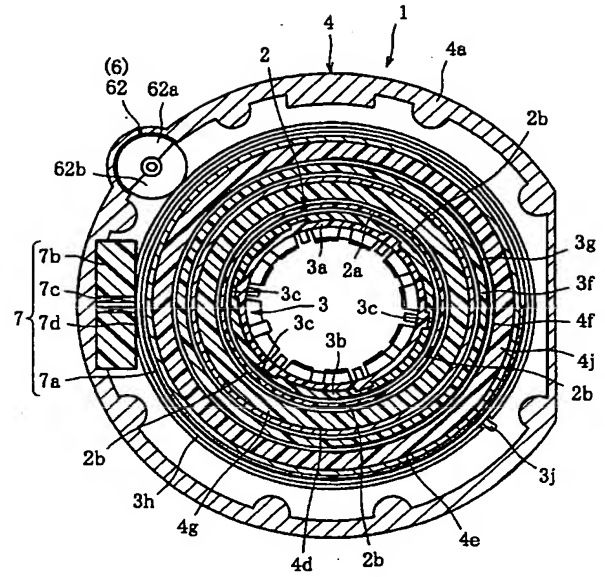
【図 9】



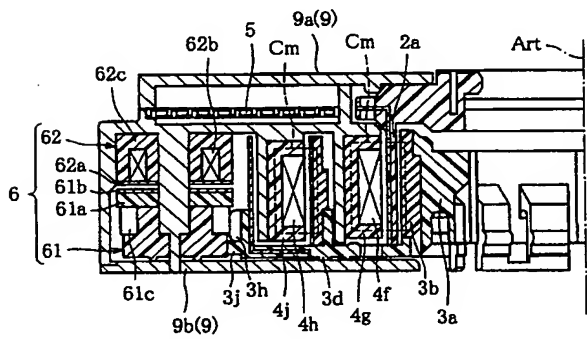
【図2】



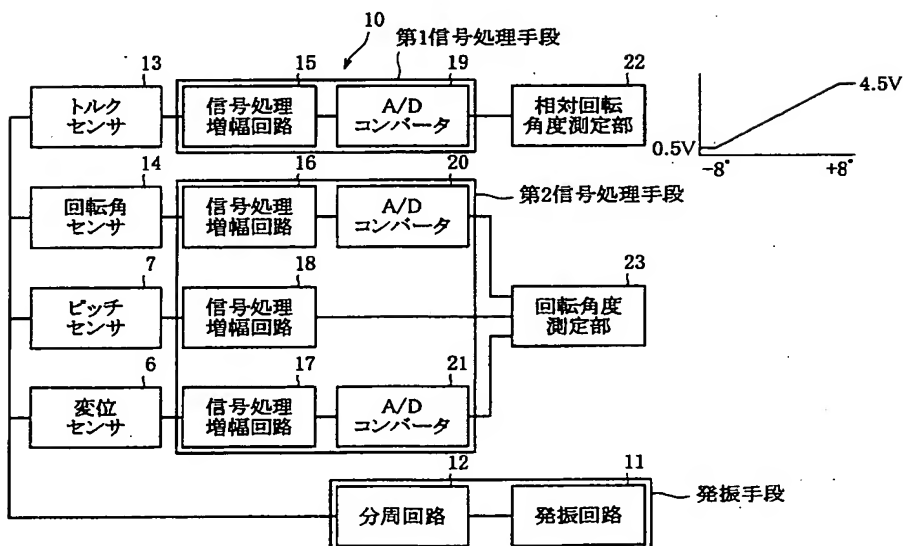
【図3】



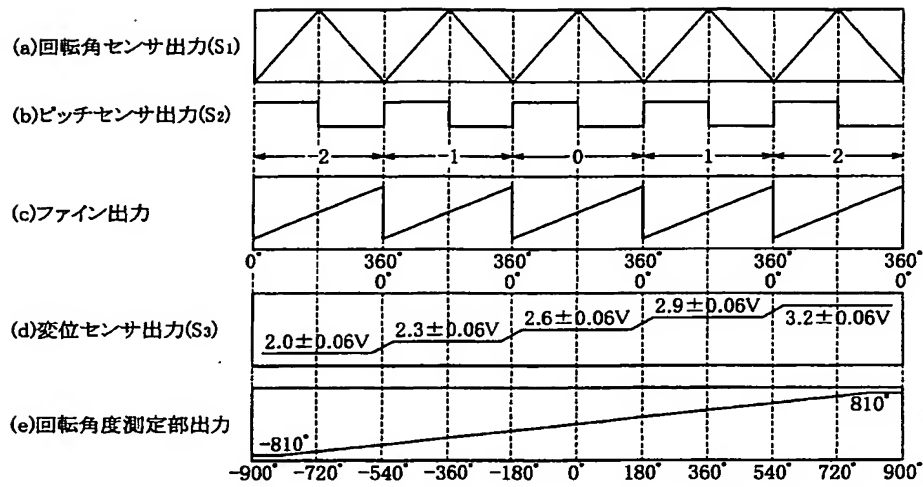
【図4】



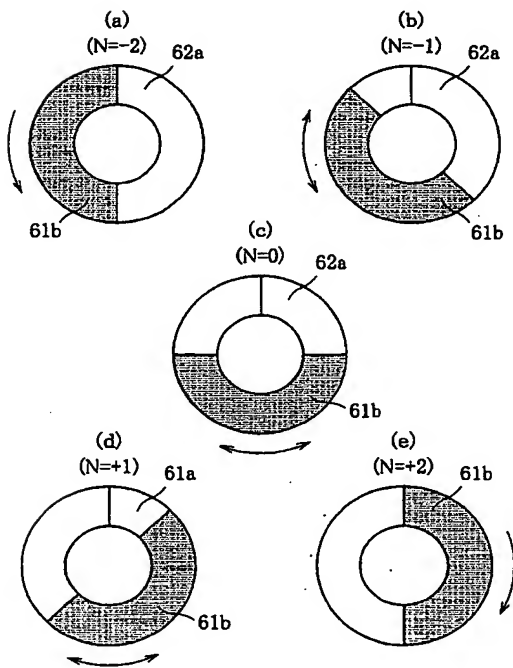
【図6】



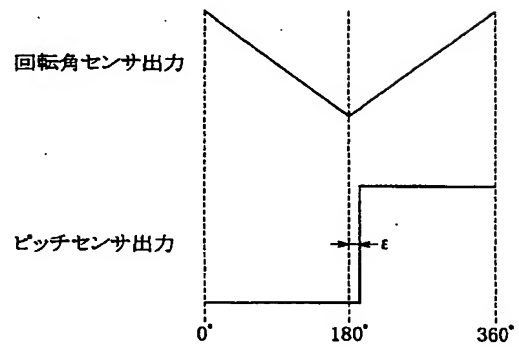
【図7】



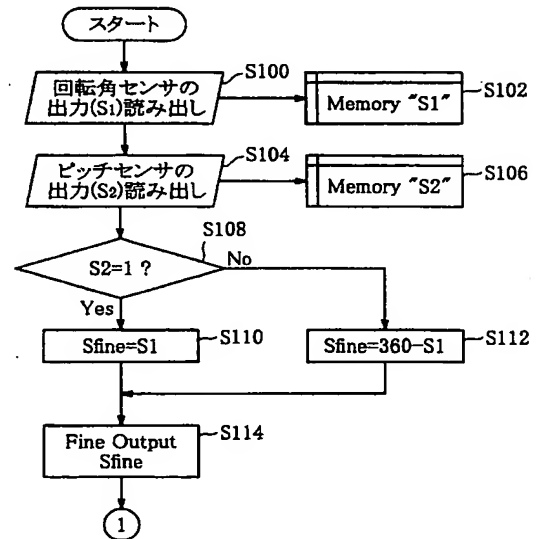
【図8】



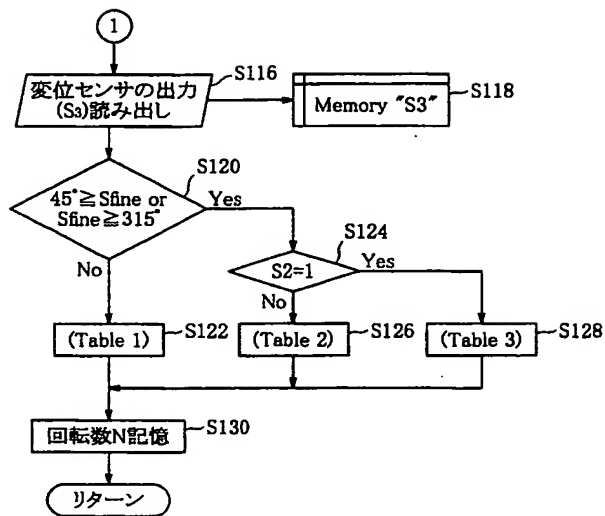
【図10】



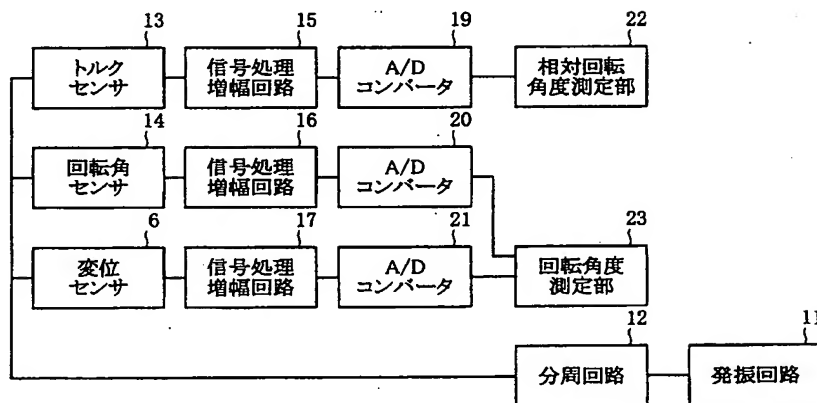
【図11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

G 0 1 L 3/10

識別記号

F I

G 0 1 L 3/10

テーマコード(参考)

F

(72) 発明者 金 東治

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 田中 賢吾

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 長谷川 正博

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 松崎 和彦

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内

(72) 発明者 ▲高▼見 毅

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古
河電気工業株式会社内

F ターム (参考) 2F063 AA35 CA10 CA40 DA05 DD04
EA03 GA08 GA33 GA36 KA01
2F077 AA30 AA37 AA49 CC02 CC09
FF03 FF31 FF39 VV02
3D030 DC27
3D033 CA16 CA17 CA28 CA29 DB05